

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 0 721 121 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
10.07.1995 Bulletin 1996/28

(51) Int Cl.⁶: G02B 6/293, G02B 6/34,
H01S 3/06, H04B 10/18

(21) Numéro de dépôt: 95402908.8

(22) Date de dépôt: 21.12.1995

(84) Etats contractants désignés:
DE DK FR GB IT SE

• Sansonetti, Pierre
F-91120 Palaiseau (FR)

(30) Priorité: 28.12.1994 FR 9415792

(74) Mandataire:
Pothen, Jean Rémy Emile Ludovic et al
c/o SOSPI
14-16 rue de la Baume
75008 Paris (FR)

(71) Demandeur: ALCATEL SUBMARCOM
F-92110 Cllichy (FR)

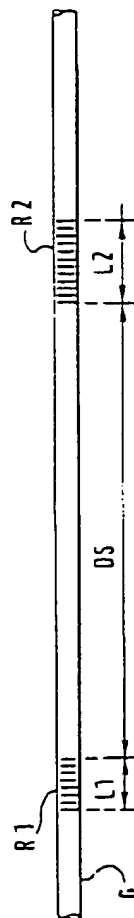
(72) Inventeurs:
• Riant, Isabelle
F-91120 Palaiseau (FR)

(54) Filtre pour lumière guidée et liaison optique incluant ce filtre

(57) L'invention fournit un filtre Fabry-Perot pour lumière guidée, ce filtre comportant deux réseaux de Bragg (R1, R2) se succédant sur un même guide de lumière (G), ces deux réseaux laissant entre eux un intervalle (D), ce filtre étant caractérisé par le fait que ces deux réseaux présentent des longueurs respectives (L1 et L2) différentes.

L'invention s'applique notamment aux systèmes de télécommunication à fibres optiques.

FIG.2



Description

La présente invention concerne le filtrage optique. Elle trouve plus particulièrement application dans les systèmes de télécommunication à fibres optiques avec multiplexage spectral et plus particulièrement encore dans les liaisons optiques à solitons.

Les liaisons à fibres optiques comportent typiquement des amplificateurs pour compenser les pertes en ligne. Pour limiter le bruit introduit par ces amplificateurs dans des liaisons à multiplexage spectral il est connu d'insérer des filtres Perot Fabry dont le coefficient de transmission présente un maximum pour chacun des canaux spectraux multiplexés. Plus particulièrement, dans les liaisons à solitons avec multiplexage spectral, de tels filtres permettent en même temps d'éviter des dérives des longueurs d'onde des solitons.

Dans ces liaisons à multiplexage spectral des différences de niveaux gênantes apparaissent entre les divers canaux. Elles sont typiquement le résultat de différences entre les gains fournis à ces canaux par les amplificateurs.

La présente invention a notamment pour but de supprimer ou du moins de limiter de telles différences de niveau.

Dans ce but elle a notamment pour objet un filtre pour lumière guidée, ce filtre comportant deux réseaux de Bragg se succédant sur un même guide de lumière laissant entre eux un intervalle pour constituer ensemble un filtre Fabry-Pérot dont le coefficient de transmission présente une succession de maximums locaux en fonction de la longueur d'onde, ce filtre étant caractérisé par le fait que ces deux réseaux présentent une différence mutuelle introduisant des différences entre les valeurs desdits maximums locaux de coefficient de transmission.

A l'aide des figures schématiques ci-jointes on va décrire ci-après, à titre d'exemple non limitatif comment cette invention peut être mise en oeuvre.

La figure 1 représente un filtre analogue à un filtre connu.

La figure 2 représente un filtre selon cette invention.

Les figures 3 et 4 représentent respectivement le diagramme de variation du coefficient de transmission de ces deux filtres en fonction de la longueur d'onde portée en abscisse.

La figure 5 représente une liaison utilisant le filtre selon l'invention.

Conformément à la figure 2 un filtre selon cette invention comporte deux réseaux de Bragg R1, R2 se succédant sur un même guide de lumière G pour réfléchir chacun partiellement une lumière guidée à filtrer. Ces deux réseaux laissent entre eux un intervalle D pour constituer ensemble un filtre Fabry-Pérot dont le coefficient de transmission présente une succession de maximums locaux M1...M10 en fonction de la longueur d'onde. Ces deux réseaux présentent une différence mutuelle introduisant des différences entre les valeurs des-

dit maximums locaux de coefficient de transmission. Ces différences peuvent être notamment utilisées pour compenser des différences parasites de niveau apparaissant entre des ondes dont les longueurs d'onde coïncident respectivement avec ces maximums locaux. Cette différence entre les deux réseaux de Bragg comporte avantageusement une différence entre leurs longueurs respectives L1 et L2.

A titre d'exemple chacun de ces deux réseaux est un réseau à pas fixe et les longueurs d'onde d'accord et les contrastes d'indices de réfraction des deux réseaux sont identiques. Une différence de contraste pourrait cependant être utilisée, mais sa réalisation serait plus complexe.

Le guide de lumière G est typiquement une fibre optique.

A titre d'exemple le filtre de la figure 1 est analogue à celui qui est décrit dans l'article "Fiber Fabry-Perot interferometer using side exposed fiber Bragg gratings" W.W. Morey, T.J. Bailey, W.H. Glenn, G. Meltz, OFC'92 WA2, page 96. Il comporte sur un guide G deux réseaux identiques R'1 et R'2 de longueur 0,25 mm séparés par une distance de 2,06 mm et accordés sur une longueur d'onde de 1 559 nm environ. Les réseaux R1 et R2 du filtre F de la figure 2 ont des longueurs respectives de 0,25 mm et de 0,35 mm et sont séparés par une distance de 2,01 mm, la longueur d'onde d'accord étant la même que ci-dessus.

Les diagrammes des figures 3 et 4 ont été établis par le calcul dans le cas où un accord de phase a été réalisé entre les deux réseaux de Bragg, ce qui peut notamment être obtenu en réalisant ces deux réseaux au cours d'une même opération d'inscription. Une telle opération peut être effectuée par les méthodes connues.

Selon la présente invention on réalise de préférence un tel accord de phase.

La présente invention a également pour objet une liaison à fibres optiques, notamment une liaison à solitons, utilisant le filtre précédemment décrit. Cette liaison à fibres optiques comporte les éléments suivants :

- Un émetteur E pour émettre des signaux optiques porteurs d'information et occupant des canaux se succédant régulièrement dans une bande spectrale constituant une bande de transmission. Ces signaux présentent typiquement dans chaque canal la forme de solitons.
- Des fibres de ligne G1...Gn se succédant en série pour constituer une ligne transmettant ces signaux.
- Au moins un amplificateur A inséré en série dans la ligne. Il s'agit typiquement d'une succession d'amplificateurs à fibres optiques dopées à l'erbium. Ils sont utilisés pour compenser les pertes en lignes. Chaque amplificateur présente un gain dans chacun de ces canaux. Le diagramme représentatif de ce gain en fonction de la longueur d'onde centrale de ce canal présente typiquement une courbure

constituant une courbure de ce gain.

- Au moins un filtre F inséré dans la ligne. Il s'agit typiquement d'une succession de filtres respectivement associés aux amplificateurs. Chaque filtre comporte deux réseaux de Bragg R1, R2 se succédant sur un guide de lumière G typiquement constitué par une fibre incluse en série dans la liaison. Ces deux réseaux se succèdent en laissant entre eux un intervalle D pour constituer ensemble un filtre du type Fabry-Perot dont le coefficient de transmission présente, en fonction de la longueur d'onde, une succession régulière de maximums locaux M1...M10 visibles sur la figure 4. Ces maximums coïncident avec les longueurs d'onde centrales des canaux. De préférence ces longueurs d'onde centrales se répartissent sur ces maximums locaux d'une manière symétrique par rapport à un minimum central C du coefficient de transmission.
- Enfin un récepteur H pour recevoir les signaux optiques en sortie de la ligne et pour restituer l'information qui était portée par les signaux.

La liaison ainsi constituée présente pour chaque canal un gain composite croissant avec le gain de chaque amplificateur pour ce canal. Ce gain composite croît aussi avec un maximum local de coefficient de transmission de chaque filtre, ce maximum étant celui qui coïncide avec la longueur d'onde centrale de ce canal. Dans le cas simple où la ligne comporterait un seul amplificateur et un seul filtre et où tous ses autres organes auraient des gains ou des pertes indépendants de la longueur d'onde, le gain composite serait pour chaque canal proportionnel au produit du gain de l'amplificateur par le maximum local du coefficient de coefficient de transmission du filtre. Cependant compte tenu des pertes en ligne le gain composite sur un pas d'amplification est typiquement nul lorsqu'il est exprimé en décibels.

Conformément à cette invention les deux réseaux R1 et R2 du filtre F, c'est-à-dire d'au moins un filtre et de préférence de tous les filtres de la succession précédemment mentionnée présentent une différence mutuelle introduisant entre les valeurs des maximums locaux du coefficient de transmission de ce filtre des différences utiles propres à compenser au moins partiellement des différences parasites apparues par ailleurs entre les gains composites de la liaison pour les divers canaux.

Le but recherché est bien entendu d'obtenir l'égalité entre les gains composites des divers canaux.

Typiquement chaque filtre est utilisé pour compenser la courbure du gain d'un amplificateur associé dans une ligne comportant de nombreux amplificateurs. La compensation est alors répartie sur la longueur de la ligne. Ceci est particulièrement souhaitable dans une liaison à solitons car l'énergie d'un soliton ne doit subir que des variations limitées.

Pour cela, comme précédemment indiqué, la différence entre les deux réseaux du filtre est de préférence

seulement une différence entre leurs longueurs.

Revendications

1. Filtre Fabry-Perot pour lumière guidée, ce filtre comportant deux réseaux de Bragg (R1, R2) se succédant sur un même guide de lumière (G), ces deux réseaux laissant entre eux un intervalle (D), ce filtre étant caractérisé par le fait que ces deux réseaux présentent des longueurs respectives (L1 et L2) différentes.
2. Filtre selon la revendication 1 caractérisé par le fait que les deux réseaux de Bragg (R1, R2) présentent une même longueur d'onde d'accord.
3. Filtre selon la revendication 3 caractérisé par le fait que les deux réseaux de Bragg (R1, R2) présentent une concordance mutuelle de phase.
4. Liaison à fibres optiques comportant :
 - un émetteur (E) pour émettre des signaux optiques porteurs d'information et occupant des canaux se succédant régulièrement dans une bande spectrale constituant une bande de transmission,
 - des fibres de ligne (G1...Gn) se succédant en série pour constituer une ligne transmettant ces signaux,
 - au moins un amplificateur (A) inséré en série dans la ligne, chaque amplificateur présentant un gain dans chacun de ces canaux,
 - au moins un filtre (F) inséré dans la ligne, chaque filtre comportant deux réseaux de Bragg (R1, R2) se succédant sur un guide de lumière (G) en laissant entre eux un intervalle (D) pour constituer ensemble un filtre du type Fabry-Perot dont le coefficient de transmission présente, en fonction de la longueur d'onde, une succession régulière de maximums locaux coïncidant avec les longueurs d'onde centrales des canaux, et
 - un récepteur (H) pour recevoir les signaux optiques en sortie de la ligne et pour restituer l'information qui était portée par les signaux,

la liaison ainsi constituée présentant pour chaque canal un gain composite croissant avec le gain de chaque amplificateur pour ce canal, ce gain composite croissant aussi avec un maximum local de coefficient de transmission de chaque filtre, ce maximum étant celui qui coïncide avec la longueur d'onde centrale de ce canal, cette liaison étant caractérisée par le fait que les deux réseaux (R1 et R2) dudit filtre (F) pré-

sentent des longueurs respectives différentes introduisant entre les valeurs des maximums locaux du coefficient de transmission de ce filtre des différences utiles propres à compenser au moins partiellement des différences parasites apparues par ailleurs entre les gains composites de la liaison pour les divers canaux.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG.1

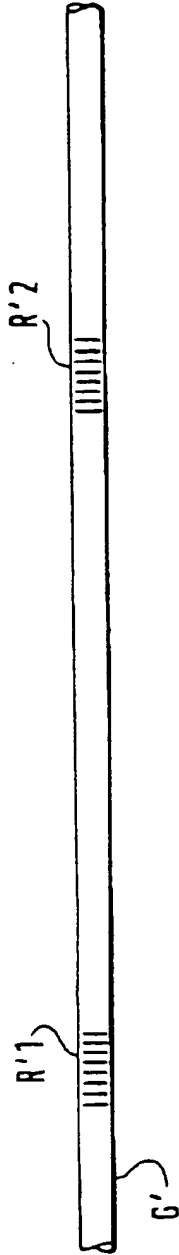


FIG.2

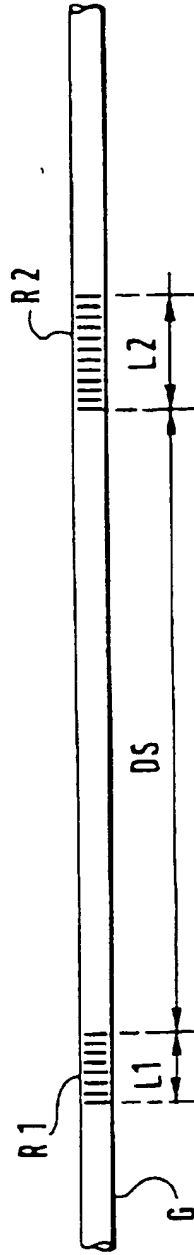


FIG.5

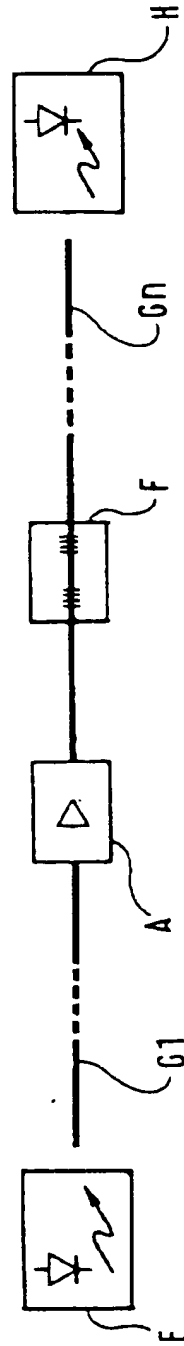


FIG.3

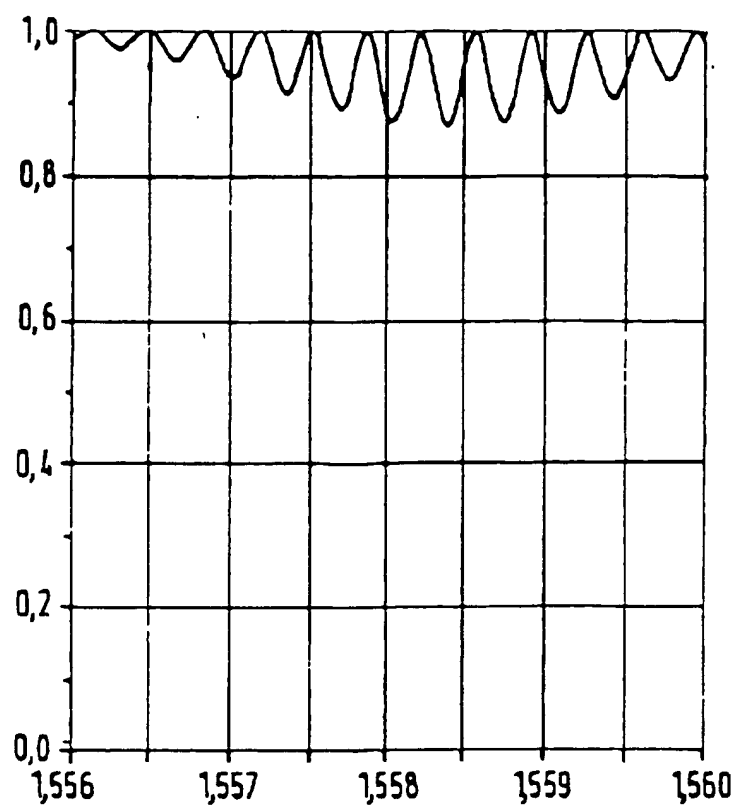
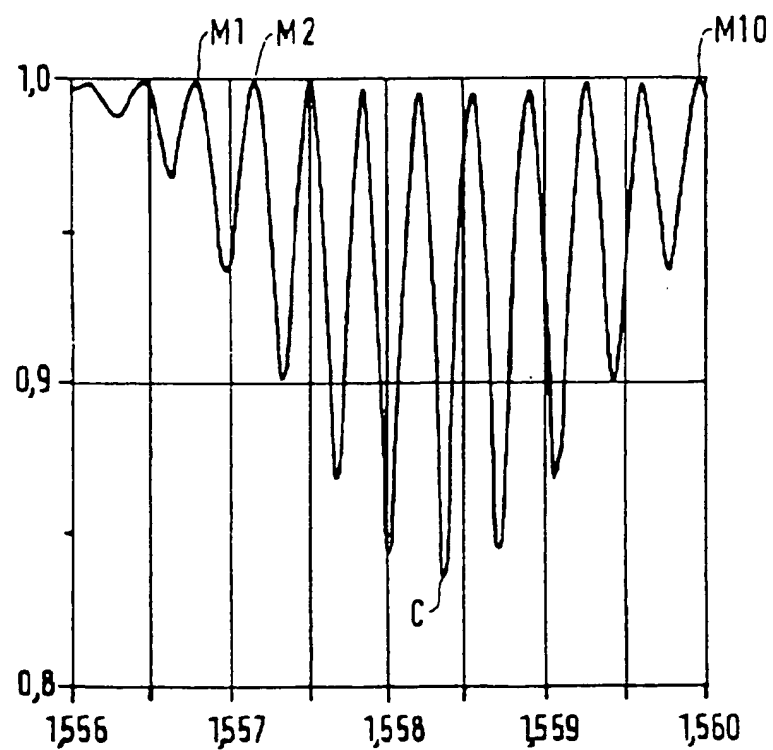


FIG.4





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 95 40 2908

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A	EP-A-0 629 885 (AT&T) * colonne 3, ligne 5 - ligne 58 * * colonne 4 - colonne 7 * * colonne 8, ligne 1 - ligne 57 * * figure 1 * ---	1,4	G02B6/293 G02B6/34 H01S3/06 H04B10/18
A	EP-A-0 463 771 (AT&T) * le document en entier * ---	1,4	
A	EP-A-0 435 217 (UNITED TECHNOLOGIES) * colonne 3, ligne 3 - ligne 37 * * colonne 5, ligne 57 - ligne 58 * * colonne 6, ligne 1 - ligne 16 * * figures 1,6 * ---	1,2	
A	OPTICS LETTERS.. vol. 18, no. 23, 1 Décembre 1993, NEW YORK US, pages 2023-2025, XP002001433 S.V.CHERNIKOV ET.AL.: "Coupled-cavity erbium fiber lasers incorporating fiber grating reflectors" * le document en entier * ---	1	
A	ELECTRONICS LETTERS.. vol. 29, no. 11, 27 Mai 1993, ENAGE GB, pages 1025-1026, XP002001434 R.KASHYAP ET.AL.: "Wavelength flattened saturated erbium amplifier using multiple side-tap bragg gratings" * le document en entier * ---	1,4	
		-/--	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 24 Avril 1996	Examinateur Mathyssek, K
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X: particulièrement pertinent à lui seul Y: particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A: autre plan technologique O: divulgation non-écrite P: document intercalaire		T: théorie ou principe à la base de l'invention F: document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D: cité dans la demande I: cité pour d'autres raisons &: membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 150 (3.1) (P.O. 02)

BEST AVAILABLE COPY



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 95 40 2908

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.4)
A	ELECTRONICS LETTERS., vol. 29, no. 12, 10 Juin 1993, ENAGE GB, pages 1112-1114, XP002001435 E.DELEVAQUE ET.AL.: "Gain control in erbium-doped fibre amplifiers by lasing at 1480 nm with photoinduced bragg gratings written on fibre ends" * le document en entier *	1,4	
A	WO-A-93 24977 (BRITISH TELECOMMUNICATIONS) * page 1 - page 2 * * page 3, ligne 1 - ligne 4 * * page 18, ligne 10 - ligne 27 * * page 19 - page 20 * * page 24, ligne 23 - ligne 27 * * page 25 * * figures 1-5,15 * -----	1,4	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.4)
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 24 Avril 1996	Examineur Mathyssek, K
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ----- A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire	

BPO 7/01M 1503 01/91 (P04 CO)

BEST AVAILABLE COPY

* * * at 800-443-3742 or service@edrs.com.
* * * File 196 is currently unavailable. * * *

August 24, 1998 1:17pm Page 2

File 410:Chronolog(R) 1981-1998/Jul/Aug
(c) 1998 The Dialog Corporation plc

Set Items Description

--- -----

Terminal set to DLINK

? b351

24aug98 14:31:48 User039496 Session D2125.1

Sub account: 100-97/MICRON

\$0.00 0.103 DialUnits File410

\$0.00 Estimated cost File410

\$0.07 TYMNET

\$0.07 Estimated cost this search

\$0.07 Estimated total session cost 0.103 DialUnits

File 351:DERWENT WPI 1963-1998/UD=9833;UP=9830;UM=9828

(c)1998 Derwent Info Ltd

*File 351: All images are now present. The display formats have
changed for 1998. See HELP FORM 351 for more information.

Set Items Description

--- -----

? ss pn=ep 721121

S1 1 PN=EP 721121

? t1/5/1

1/5/1

BEST AVAILABLE COPY

DIALOG(R)File 351:DERWENT WPI

(c)1998 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

010814122 **Image available**

WPI Acc No: 96-311075/199632

XRPX Acc No: N96-261419

Optical Fabry-Perot filter for multiplex communications signals - has two
Bragg gratings with similar characteristics but different lengths which
are spaced apart along same optical fibre transmission channel

Patent Assignee: ALCATEL SUBMARCOM (COGE); ALCATEL SUBMARCOM SA (COGE)

Inventor: RIANI I; SANSONETTI P

Number of Countries: 010 Number of Patents: 007

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Main IPC	Week
EP 721121	A1	19960710	EP 95402908	A	19951221	G02B-006/293	199632 B
AU 9540744	A	19960704	AU 9540744	A	19951228	G02B-005/28	199634
FR 2728975	A1	19960705	FR 9415792	A	19941228	G02B-005/28	199634
2166178	A	19960629	CA 2166178	A	19951227	G02B-005/28	199642
JP 8234051	A	19960913	JP 95341500	A	19951227	G02B-006/293	199647
US 5732169	A	19980324	US 95577765	A	19951222	G02B-006/28	199819
AU 687281	B	19980219	AU 9540744	A	19951228	G02B-005/28	199824

Priority Applications (No Type Date): FR 9415792 A 19941228

Cited Patents: 3.Jnl.Ref: EP 435217; EP 463771; EP 629885; WO 9324977

100-96

August 24, 1998 1:17pm Page 3

CA 2166178 A F
JP 8234051 A 4
US 5732169 A 5
AU 687281 B Previous Publ. AU 9540744

Abstract (Basic): EP 721121 A

The filter includes two Bragg gratings (R1,R2) which are positioned one after the other along the same light guide (G), with a predetermined space (D5) in between them. The two gratings are of different lengths (L1,L2), but are designed to have the same tuned frequency and operate in the same phase.

The refractive index contrasts existing within each grating are the same. The gratings can have lengths of 0.25 and 0.35 mm respectively, and be separated by a distance of 2.01 mm.

USE/ADVANTAGE - E.g. soliton telecommunication system. Limits level differences between channels. Reduces introduction of noise over line and losses.

Dwg.2/4

Title Terms: OPTICAL; FABRY; PEROT; FILTER; MULTIPLEX; COMMUNICATE; SIGNAL; TWO; BRAGG; GRATING; SIMILAR; CHARACTERISTIC; LENGTH; SPACE; APART; OPTICAL; FIBRE; TRANSMISSION; CHANNEL

Derwent Class: P81; V07; V08; W02

International Patent Class (Main): G02B-005/28; G02B-006/28; G02B-006/293

International Patent Class (Additional): G02B-005/18; G02B-005/20;

G02B-006/34; H01S-003/06; H04B-010/12; H04B-010/18

File Segment: EPI; EngPI

? logoff

24aug98 14:32:10 User039496 Session D2125.2

Sub account: 100-97/MICRON

\$9.75 1.000 DialUnits File351

\$3.35 1 Type(s) in Format 5

\$3.35 1 Types

\$13.10 Estimated cost File351

\$0.19 TYMNET

\$13.29 Estimated cost this search

\$13.36 Estimated total session cost 1.103 DialUnits

Logoff: level 98.08.06 D 14:32:11

BEST AVAILABLE COPY